

識別的ベイズ離散ガウス過程潜在空間モデル

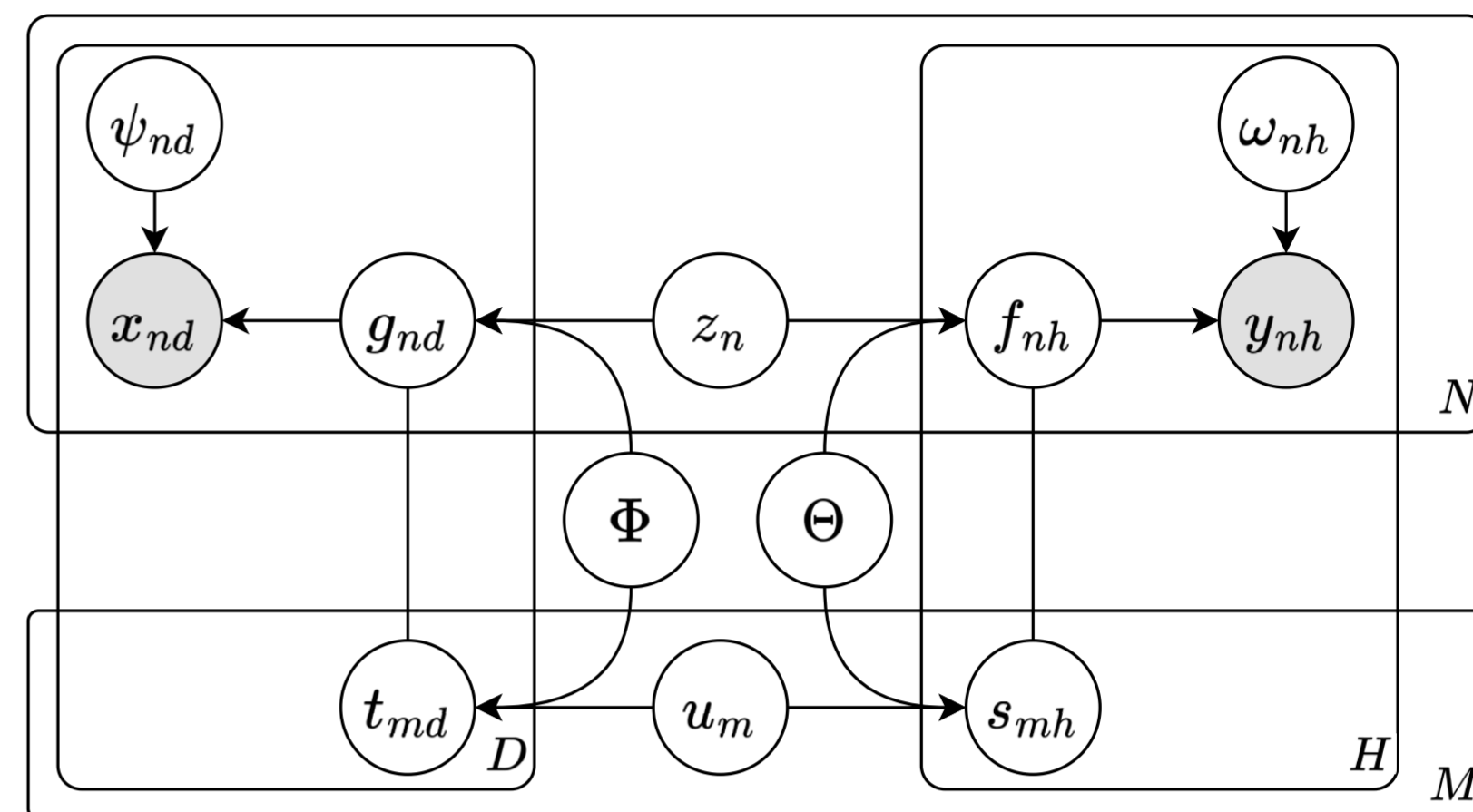
竹原 一彰 総合研究大学院大学 統計科学専攻

はじめに

推薦システムが提示するアイテムについてユーザーが受取するか否かを納得して判断をするには、なぜそれが推薦されたのかという解釈性が不可欠である。アイテムやユーザーの選好の分布、それらに対する推薦アイテムの位置づけ、など全体像を捉えることが重要である。これを目的に潜在空間上での連続的なアイテム表現や選好分布を獲得できる識別的なベイズ離散ガウス過程潜在空間モデル (DDGPLVM) を提案する。

表 1: 先行研究と本研究の特徴比較.

手法	次元削減	識別性	離散特徴量
PCA, t-SNE, GPLVM etc	○		
Urtasun et.al. [3]	○	○	
Gal et.al. [1] RFLVM [2]	○		○
本手法	○	○	○



提案モデル

アイテム $X \in \{0, 1\}^{N \times D}$, 潜在空間上でのアイテム $Z \in \mathbb{R}^{N \times L}$, H 人のユーザーの二値評価 $Y \in \{0, 1\}^{N \times H}$, $G = \{g_{.1}, \dots, g_{.D}\}$, $g_{.d} \in \mathbb{R}^N$ と $F = \{f_{.1}, \dots, f_{.H}\}$, $f_{.h} \in \mathbb{R}^N$ は、それぞれガウス過程 $\mathcal{GP}(0, k_\phi)$, $\mathcal{GP}(0, k_\theta)$ に従う。 $\Psi = (\psi_{nd}) \in \mathbb{R}^{N \times D}$ と $\Omega = (\omega_{nh}) \in \mathbb{R}^{N \times H}$ は Polya-Gamma 分布 \mathcal{PG} に従う補助変数である。 $s_{mh} \in S$, $t_{md} \in T$, $u_{ml} \in U$ は ガウス過程 F, G をスパース近似するための誘導変数。 潜在変数 Z は次の事後分布よりサンプリングすることで推定する。 識別尤度項により、アイテムの特徴 X だけでなく、ユーザーの評価 Y も Z に反映することができる。

$$p(Z|F, G, S, T, U, \Theta, \Phi) \propto p(F|S, U, Z, \Theta)p(G|T, U, Z, \Phi)p(Z)$$

$$\propto \underbrace{\prod_{h=1}^H \mathcal{N}(f_{.h}|\bar{f}_{.h}, \Lambda_\Theta)}_{\text{識別尤度項}} \prod_{d=1}^D \mathcal{N}(g_{.d}|\bar{g}_{.d}, \Lambda_\Phi) \prod_{n=1}^N \mathcal{N}(z_n|0, I_L)$$

適用例

ニュース閲覧ログのデータセット MIND [4] から、 $X \in \{0, 1\}^{N=10000 \times D=403}$, $Y \in \{0, 1\}^{N=10000 \times H=100}$ のデータセットを構築した。 X の特徴量は、ニュースのカテゴリ、サブカテゴリ、キーワードの有無で構成されている。 Y は各ユーザーが表示されたニュースをクリックしたかどうかの情報である。 構築したデータセットに対して、DDGPLVM を適用、MCMC 法ベースの推論アルゴリズムにより潜在変数を推定した。 推定した $(Z, f_{.h})$, $h \in \{1, \dots, H\}$ にガウス過程回帰を適用することで、各ユーザーの選好曲面をモデル化した。

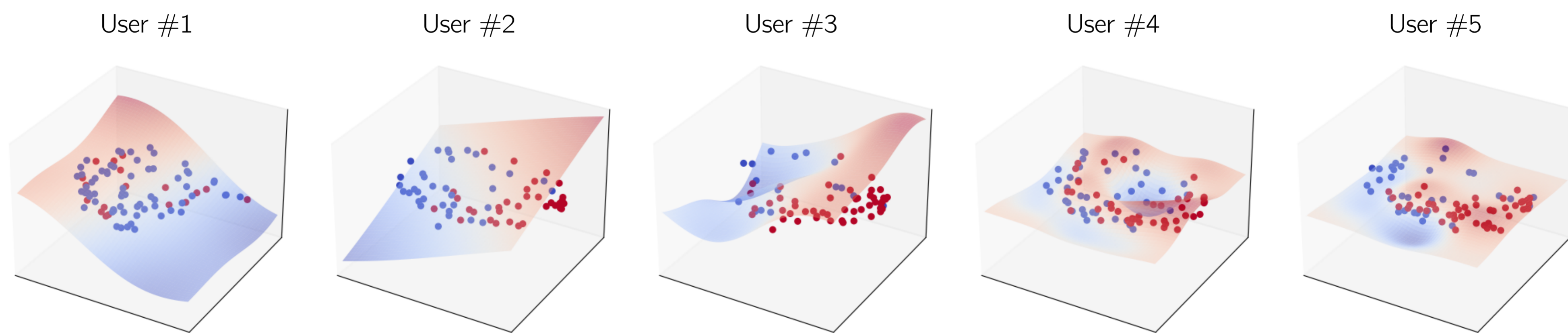


図 1: 各ユーザーの選好分布 (曲面表示)。 点はアイテムの潜在空間上での位置を表す。 ユーザーがクリックしたものは、赤色、そうでないものは青色で表示されている。

参考文献

- [1] Yarin Gal, Yutian Chen, and Zoubin Ghahramani. Latent gaussian processes for distribution estimation of multivariate categorical data. ICML, 2015.
- [2] Gregory Gundersen, Michael Zhang, and Barbara Engelhardt. Latent variable modeling with random features. Proceedings of Machine Learning Research. PMLR, 2021.
- [3] Raquel Urtasun and Trevor Darrell. Discriminative gaussian process latent variable model for classification. ICML, 2007.
- [4] Fangzhao Wu, et al. MIND: A large-scale dataset for news recommendation. Association for Computational Linguistics, 2020.